



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Miyuki HASHIMOTO et al.

Application No.: 10,613,072

Filed: July 7, 2003

Docket No.: 115916

For: EMISSIVITY DISTRIBUTION MEASURING METHOD AND APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2002-205202 Filed July 15, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

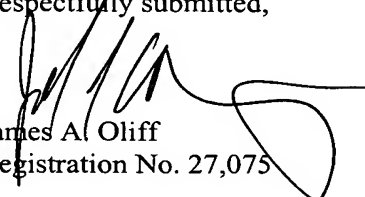
 x is filed herewith.

 was filed on in Parent Application No. filed .

 will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James A. Oliff
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong
Registration No. 36,430

JAO:JSA/emt

Date: October 27, 2003

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

<p>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>

H030654WS

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月15日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-205202

[ST.10/C]:

[JP2002-205202]

出 願 人
Applicant(s):

株式会社ノリタケカンパニーリミテド
北川 邦行

2003年 7月 4日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎

出証番号 出証特2003-3053437

【書類名】 特許願

【整理番号】 P010817

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県名古屋市西区則武新町三丁目 1 番 3 6 号 株式会
社ノリタケカンパニーリミテド内

 【氏名】 橋本 みゆき

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県名古屋市西区則武新町三丁目 1 番 3 6 号 株式会
社ノリタケカンパニーリミテド内

 【氏名】 矢野 賢司

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県名古屋市西区則武新町三丁目 1 番 3 6 号 株式会
社ノリタケカンパニーリミテド内

 【氏名】 岩田 美佐男

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県名古屋市千種区千種一丁目 9 番地 3 号 仲田住宅
R J - 2 0 1

 【氏名】 北川 邦行

【特許出願人】

 【識別番号】 000004293

 【氏名又は名称】 株式会社ノリタケカンパニーリミテド

【特許出願人】

 【識別番号】 501021715

 【氏名又は名称】 北川 邦行

【代理人】

 【識別番号】 100085361

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 池田 治幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007331

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712183

【包括委任状番号】 0101883

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放射率分布測定方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被測定部材の表面から放射される光に基づいて該被測定部材の表面の放射率分布を測定するための放射率分布測定方法であって、

被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第 1 波長および第 2 波長を用いてそれぞれ得られた該被測定部材の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて該被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、該被測定部材表面の温度分布を測定する温度分布測定工程と、

予め求めた関係から該温度分布測定工程により測定された温度分布に基づいて、画素毎の放射率を算出する放射率算出工程と

を、含むことを特徴とする放射率分布測定方法。

【請求項 2】 被測定部材の表面から放射される光に基づいて該被測定部材の表面の放射率分布を測定するための放射率分布測定装置であって、

被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第 1 波長および第 2 波長を用いてそれぞれ得られた該被測定部材の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて該被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、該被測定部材表面の温度分布を測定する温度分布測定手段と、

予め求めた関係から該温度分布測定手段により測定された温度分布に基づいて、画素毎の放射率を算出する放射率算出手段と

を、含むことを特徴とする放射率分布測定装置。

【請求項 3】 前記温度分布測定手段は、

前記被測定部材の表面から放射される光のうちから前記第 1 波長の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する放射強度曲線のうち、常温における放射強度より高い高放射領域から選択された波長の光を通過させる第 1 フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させる第 1 波長選択手段と、

前記被測定部材の表面から放射される光のうちから第 2 波長の光を選択するために、前記高放射領域内において、前記第 1 波長の $1/12$ 以下であり且つ前記

第 1 波長の半値幅および前記第 2 波長の半値幅の和以上の波長差以上の波長差となるように該第 1 波長からずらされた波長の光を通過させる第 2 フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させる第 2 波長選択手段と、

予め記憶された関係から、前記被測定部材の表面から放射される光から前記第 1 フィルタにより選択された第 1 波長の放射エネルギー強度と該被測定部材の表面から放射される光から前記第 2 フィルタにより選択された第 2 波長の放射エネルギー強度との強度比に基づいて、前記被測定部材の表面温度を画素単位で算出する温度算出手段と

を、含むものである請求項 2 の放射率分布測定装置。

【請求項 4】 前記放射率算出手段は、

予め記憶された関係から前記温度算出手段により算出された前記被測定部材の表面温度に基づいて該被測定部材の放射強度を画素単位で算出し、予め記憶された該被測定部材の温度に対応する黒体の所定波長の放射強度に対する該測定部材の放射強度の割合である放射率を画素単位で算出するものである請求項 2 の放射率分布測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、放射率が不明な複数種類の材料から成る被測定部材の表面温度を測定し、その表面温度から被測定部材表面の放射率分布を測定する放射率分布測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

被測定部材の表面からは、その表面温度および放射率に対応した大きさの放射光が放射される。このような被測定部材表面の放射率は、FT-IRなどの赤外線検出器を用いて波長毎の赤外線強度 I_2 を測定し、同じ温度の黒体炉を用いてそこから放射される赤外線強度 I_1 を測定し、黒体からの所定波長の赤外線強度と被測定部材からの所定波長の赤外線強度との割合である放射率を ε ($= I_2 / I_1$) とするときには、 $I_1 \varepsilon = I_2$ という関係が成立するので、その関係から

波長毎に放射率が算出される。また、非接触法における温度測定において、被測定部材の正確な放射率分布がわからない場合には正確な温度分布を求めることができない。このため、放射強度が既知である赤外線 I_3 を被測定部材に照射し、その照射点から反射された赤外線の反射強度 I_4 を測定し、反射率 ρ としたときの $I_4 = \rho I_3$ の関係から上記赤外線の波長の反射率 ρ が求められる。一般に、 $\varepsilon = (1 - \rho)$ という関係が成立するので、その式から上記反射率 ρ に基づいて放射率 ε が求められる。たとえば、特開平 5 - 2 0 9 7 9 2 号公報に記載されたものがその一例である。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決すべき課題】

ところで、上記前者のように F T - I R などの赤外線検出器を用いて被測定部材の放射率を測定する場合において、1つの被測定部材の表面にさまざまな放射率が存在する場合や放射率が時々刻々に変化する場合には、表面の放射率分布を正確に求めることができない。また、上記後者のように反射率 ρ から放射率 ε を求める場合には、被測定部材に赤外光を照射する赤外光源が必要となるとともに、その赤外光源と被測定部材との間の距離や被測定部材の形状が変化した場合には、正確な反射率を求め難くなり、しかも被測定部材がセラミックスのような高温とされる場合には、そのセラミックスよりも大きい放射強度で赤外線を照射する必要が発生するだけでなく、その赤外線を入射するための別の覗き窓を炉に設置するなど、炉の構造を複雑として熱漏洩が多くなるという不都合があった。

【 0 0 0 4 】

本発明は以上の事情を背景として為されたものであり、その目的とするところは、光源を用いなくても被測定部材の表面の放射率分布を正確に測定することができる放射率分布測定方法および装置を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための第 1 の手段】

斯かる目的を達成するための方法発明の要旨とするところは、被測定部材の表面から放射される光に基づいてその被測定部材の表面の放射率分布を測定するための放射率分布測定方法であって、(a) 被測定部材の表面から放射される光のう

ちから選択された第 1 波長および第 2 波長を用いてそれぞれ得られた該被測定部材の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて該被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、該被測定部材表面の温度分布を測定する温度分布測定工程と、(b) 予め求めた関係から該温度分布測定工程により測定された温度分布に基づいて、画素毎の放射率を算出する放射率算出工程とを、含むことにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための第 2 の手段】

また、上記発明方法を好適に実施するための放射率分布測定装置の要旨とするところは、被測定部材の表面から放射される光に基づいてその被測定部材の表面の放射率分布を測定するための放射率分布測定装置であって、(a) 被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第 1 波長および第 2 波長を用いてそれぞれ得られたその被測定部材の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて該被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、その被測定部材表面の温度分布を測定する温度分布測定手段と、(b) 予め求めた関係から該温度分布測定手段により測定された温度分布に基づいて、画素毎の放射率を算出する放射率算出手段とを、含むことにある。

【 0 0 0 7 】

【第 1 発明および第 2 発明の効果】

このようにすれば、被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第 1 波長および第 2 波長を用いてそれぞれ得られた該被測定部材の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて該被測定部材の温度が画素単位でそれぞれ算出され、予め求めた関係からその温度分布に基づいて、画素毎の放射率が算出されるので、光源を用いなくても被測定部材の表面の放射率分布が正確に測定されることができる。

【 0 0 0 8 】

【発明の他の態様】

ここで、好適には、前記温度分布測定工程或いは温度分布測定手段は、(c) 前記被測定部材の表面から放射される光のうちから前記第 1 波長の光を選択するた

めに、測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する放射強度曲線のうち、常温における放射強度より高い高放射領域から選択された波長の光を通過させる第 1 フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させる第 1 波長選択工程或いは第 1 波長選択手段と、(d) 前記被測定部材の表面から放射される光のうちから第 2 波長の光を選択するために、前記高放射領域内において、前記第 1 波長の $1/12$ 以下であり且つ前記第 1 波長の半値幅および前記第 2 波長の半値幅の和以上の波長差以上の波長差となるように該第 1 波長からずらされた波長の光を通過させる第 2 フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させる第 2 波長選択工程或いは第 2 波長選択手段と、(e) 予め記憶された関係から、前記被測定部材の表面から放射される光から前記第 1 フィルタにより選択された第 1 波長の放射エネルギー強度と該被測定部材の表面から放射される光から前記第 2 フィルタにより選択された第 2 波長の放射エネルギー強度との強度比に基づいて、前記被測定部材の表面温度を画素単位で算出する温度算出工程或いは温度算出手段とを、含むものである。このようにすれば、被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第 1 波長および第 2 波長を用いてそれぞれ得られた被測定部材の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、被測定部材表面の温度分布を測定するに際して、被測定部材の表面から放射される光のうちから前記第 1 波長の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する放射強度曲線のうち、常温における放射強度より高い高放射領域から選択された波長の光を通過させる第 1 フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光が透過させられ、また、被測定部材の表面から放射される光のうちから第 2 波長の光を選択するために、前記高放射領域内において、前記第 1 波長の $1/12$ 以下であり且つ前記第 1 波長の半値幅および第 2 波長の半値幅の和以上の波長差となるようにその第 1 波長からずらされた波長の光を通過させる第 2 フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させられることから、十分な放射強度の信号が得られてその S/N 比が高くなり、しかも互いに近接した第 1 波長の光および第 2 波長の光が得られるので、2 色温度計の測定原理の前提である「近接する 2 波長では放射率の波長依存性は無視でき、

$\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ と近似できる」という条件に正確に該当することになり、十分に高精度の温度分布が得られる。

【0009】

また、好適には、前記放射率算出手段は、予め記憶された関係から前記温度算出手段により算出された前記被測定部材の表面温度に基づいてその被測定部材の放射強度を画素単位で算出し、予め記憶されたその被測定部材の温度に対応する黒体の所定波長の放射強度に対してその被測定部材の放射強度の割合である放射率を画素単位で算出するものである。このようにすれば、被測定部材の表面温度から求められたその被測定部材の放射強度と、予め記憶されたその被測定部材の温度に対応する黒体の所定波長の放射強度とから、所定波長における黒体の放射強度に対する被測定部材の放射強度の割合である放射率が画素単位で算出される。

【0010】

また、好適には、前記第1フィルタは、前記第1波長の $1/20$ 以下の半値幅の光を透過させるものであり、前記第2フィルタは前記第2波長の $1/20$ 以下の半値幅の光を透過させるものである。このようにすれば、第1波長および第2波長の光が十分に単色性のあるものとされるので、2色温度計の測定原理の前提が満足され、温度分布の測定精度が十分に高められる。

【0011】

また、好適には、前記第1フィルタおよび前記第2フィルタは、それらの透過率の差が30%以内となるように構成されたものである。このようにすれば、第1波長および第2波長の光のうち輝度の低い側の波長の光において、感度およびS/N比が維持されて温度分布の測定精度が得られる。

【0012】

【発明の好適な実施の形態】

以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0013】

図1は、本発明の一実施例の放射率分布測定装置10の構成を説明する図である。図1において、焼成炉、加熱炉などの炉内において加熱されている被測定部

材 1 2 の表面から放射された光は、ハーフミラー（ビームスプリッタ）1 4 により第 1 光路 1 6 および第 2 光路 1 8 に 2 分されるようになっている。第 1 光路 1 6 および第 2 光路 1 8 はミラー 2 0、2 2 によって略直角に曲げられた後ハーフミラー 2 4 によって合成され、多数の光検出素子が配列された光検出面 2 6 を備えた CCD 素子 2 8 と、その光検出面 2 6 に被測定部材 1 2 の画像を結像させるレンズ装置 3 0 とを有する画像検出器 3 2 に入射させられるようになっている。

【 0 0 1 4 】

上記第 1 光路 1 6 および第 2 光路 1 8 には、たとえば中心波長が 6 0 0 n m 且つ半値幅 1 0 n m 程度の第 1 波長（帯） λ_1 の光を通過させる第 1 フィルタ 3 4、およびたとえば中心波長 6 5 0 n m 且つ半値幅 1 0 n m 程度の第 2 波長（帯） λ_2 の光を通過させる第 2 フィルタ 3 6 がそれぞれ介挿されている。上記第 1 フィルタ 3 4 および第 2 フィルタ 3 6 は、光波干渉を利用して所定の波長帯を通過させる所謂干渉フィルタから構成されている。

【 0 0 1 5 】

上記第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 は、たとえば以下のようにして決定されている。まず、プランクの式により温度分布の測定温度範囲の最低温度たとえば 5 0 0 °C における黒体の波長と放射（輻射）強度との間の関係すなわち図 2 に示す曲線 L 1 が求められ、次いで室温たとえば 2 5 °C における被測定部材 1 2 からのバックグラウンド放射強度 E_{BG} が測定される。次いで、そのバックグラウンド放射強度 E_{BG} の 3 倍値すなわち $3 \times E_{BG}$ を上まわる曲線 L 1 上の任意の 1 点が第 1 波長 λ_1 として決定される。検出誤差以上の強度を用いて測定精度を高めるためである。次に、第 1 波長 λ_1 の $1/12$ の波長以下の波長 $\Delta \lambda$ だけたとえば第 1 波長 λ_1 を 6 0 0 n m とすれば 5 0 n m ($= \Delta \lambda$) だけ第 1 波長 λ_1 から上または下へずらした波長たとえば 6 5 0 n m が第 2 波長 λ_2 として決定される。後述の 2 色温度計の原理を示す近似式（式 1）を成立させるためである。なお、第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 は、放射強度の測定精度を維持するために相互の波長が重ならないように、以下において決定する半値幅の 2 倍以上の差が設けられるようにする。そして、上記第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 は、単色光の性質を維持するために、その中心波長の $1/20$ 以下、たとえば 2 0 n m 程度以下

の半値幅が用いられる。また、第 1 フィルタ 3 4 および第 2 フィルタ 3 6 は、それらの透過率の差が 3 0 % 以内となるように構成されている。透過率の差が 3 0 % よりも大きくなると、上記第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 のうちの輝度の低い側の波長の光において感度が低下して S/N 比が下がり、表示温度の精度が低下する。

【 0 0 1 6 】

したがって、本実施例の放射率分布測定装置 1 0 には、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから第 1 波長 λ_1 の光を選択するために、温度分布の測定温度範囲の最低温度付近における黒体の波長に対する放射強度曲線 L 1 のうち、常温における放射強度 E_{BG} より十分に高い高放射領域から選択された波長であって、その波長の $1/20$ 以下の半値幅の光を通過させる第 1 フィルタ 3 4 と、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから第 2 波長 λ_2 の光を選択するために、上記高放射領域内において、第 1 波長 λ_1 の $1/12$ 以下であり且つ上記第 1 半値幅および第 2 半値幅の和以上の波長差だけその第 1 波長 λ_1 からずらされた波長であって、その波長の $1/20$ 以下の半値幅の光を通過させる第 2 フィルタ 3 6 とが設けられていることになる。

【 0 0 1 7 】

図 1 の光学系において、たとえばミラー 2 0、2 2 によってハーフミラー 2 4 から画像検出器 3 2 までの間において第 1 光路 1 6 と第 2 光路 1 8 とが上記第 1 画像 G_1 と第 2 画像 G_2 とが相互に重複しない程度に僅かにずらされることにより、CCD 素子 2 8 の光検出面 2 6 において波長の異なる 2 画像が結像されるようになっている。すなわち、前記画像検出器 3 2 においては、たとえば図 3 に示すように、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから第 1 フィルタ 3 4 により選択された第 1 波長 λ_1 の被測定部材 1 2 の第 1 画像 G_1 が光検出面 2 6 上の第 1 位置 B_1 に結像され、且つ被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから第 2 フィルタ 3 6 により選択された第 2 波長 λ_2 の被測定部材 1 2 の第 2 画像 G_2 が、光検出面 2 6 上の上記第 1 位置 B_1 とは異なる第 2 位置 B_2 に結像させられるようになっている。これにより、光検出面 2 6 に配列された多数の光検出素子により、上記第 1 画像 G_1 の各部位の放射強度および第 2 画像 G_2 の各

部位の放射強度が素子単位すなわち画素単位で検出されるようになっている。たとえば、前記ミラー 20、22、ハーフミラー 14、24、レンズ装置 30 などが、被測定部材 12 の画像を波長毎に同時に 2 位置に結像させるための第 1 波長選択工程、第 2 波長選択工程、或いは光学式結像装置に対応している。

【0018】

演算制御装置 40 は、たとえば CPU、RAM、ROM、入出力インターフェースなどを含む所謂マイクロコンピュータであって、CPU は予め ROM に記憶されたプログラムに従って入力信号、すなわち上記光検出面 26 に配列された多数の光検出素子からの信号を処理し、画像表示器 42 に被測定部材 12 の表面温度分布を表示させる。

【0019】

図 4 は、上記演算制御装置 40 の演算制御作動の要部を説明するフローチャートである。ステップ（以下、ステップを省略する）S1 では、光検出面 26 に配列された多数の光検出素子からの信号により、第 1 画像 G_1 の各部位の放射強度 E_{1ij} および第 2 画像 G_2 の各部位の放射強度 E_{2ij} が素子単位すなわち画素単位で読み込まれる。次に、放射強度比算出工程或いは放射強度比算出手段に対応する S2 では、光検出面 26 内の第 1 位置 B_1 に結像された第 1 画像 G_1 および第 2 位置 B_2 に結像された第 2 画像 G_2 のうちの同じ部分に位置する光検出素子対がそれぞれ検出する第 1 波長 λ_1 の放射強度 E_{1ij} と第 2 波長 λ_2 の放射強度 E_{2ij} との放射強度比 $R_{ij} (= E_{1ij} / E_{2ij})$ が算出される。次いで、画素温度算出工程或いは画素温度算出手段に対応する S3 において、たとえば図 5 に示す予め記憶された関係から上記画素毎に算出された実際の放射強度比 R_{ij} に基づいて、被測定部材 12 の画像を構成する画素毎の温度 T_{ij} が算出される。上記図 5 に示す関係は、たとえば式 1 に示す 2 色温度計の測定原理を示す近似式から得られるものである。式 1 は、放射率を用いなくても異なる 2 波長 λ_1 および λ_2 における輻射（放射）強度の比 R から被測定部材 12 の表面温度 T を求めることができるように導かれたものである。以下の式において、 $\lambda_2 > \lambda_1$ であって、 T は絶対温度を、 C_1 は放射（Planck）第 1 定数、 C_2 は放射（Planck）第 2 定数をそれぞれ示している。

【 0 0 2 0 】

(式 1)

$$R = (\lambda_2 / \lambda_1)^5 \exp \{ (C_2 / T) \cdot (1 / \lambda_2 - 1 / \lambda_1) \}$$

【 0 0 2 1 】

上記式 1 は、以下のようにして求められる。すなわち、波長 λ において単位時間、単位面積当たりに黒体から放射される放射強度（エネルギー） E_b および λ はプランク（Planck）の式である式 2 に従うことが知られている。また、 $\exp(C_2 / \lambda T) \gg 1$ である場合には、ウィーン（Wien）の近似式である式 3 が成り立つことが知られている。通常の物体は灰色であるため、放射率 ε を入れて書き換えると、式 4 となる。この式 4 を用いて 2 波長 λ_1 および λ_2 の放射強度 E_1 および E_2 の比 $R(T)$ を求めると式 5 が導かれる。上記 2 波長 λ_1 および λ_2 が近接している場合には、放射率 ε の依存性を無視することができ、 $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ となるので、前記式 1 が得られる。これによれば、放射率 ε の異なる物体であっても、それに影響なく温度 T を求めることができるのである。

【 0 0 2 2 】

(式 2)

$$E_b = C_1 / \lambda^5 [\exp(C_2 / \lambda T) - 1]$$

(式 3)

$$E_b = C_1 \exp(-C_2 / \lambda T) / \lambda^5$$

(式 4)

$$E = \varepsilon \cdot C_1 \exp(-C_2 / \lambda T) / \lambda^5$$

(式 5)

$$R(T) = (\varepsilon_1 / \varepsilon_2) (\lambda_2 / \lambda_1)^5 \exp \{ (C_2 / T) \cdot (1 / \lambda_2 - 1 / \lambda_1) \}$$

【 0 0 2 3 】

以上のようにして被測定部材 1 2 の画像を構成する画素毎の温度 T_{ij} が算出されると、放射率算出工程或いは放射率算出手段に対応する S 4 において、被測定部材 1 2 の温度と放射エネルギー強度との間の予め所定波長 λ 毎に記憶された関係

$E(T)$ から上記 S 3 において画素毎の温度 T_{ij} に基づいて所定波長 λ の放射エネルギー強度 E_{ij} が画素毎に算出され、黒体の温度と放射エネルギー強度との予め記憶された関係（データマップ）から上記 S 3 において画素毎の温度 T_{ij} に基づいて所定波長 λ の黒体の放射エネルギー強度 E^b_{ij} が画素毎に算出され、各画素について、黒体の放射エネルギー強度 E^b に対する上記被測定部材 1 2 の放射エネルギー強度 E_{ij} の割合である放射率 $\varepsilon_{ij} (= E_{ij} / E^b_{ij})$ が画素単位で算出される。

【 0 0 2 4 】

そして、放射率分布表示工程或いは放射率分布表示手段に対応する S 5 において、予め記憶された関係から上記画素毎に算出された放射率 ε_{ij} に基づいて被測定部材 1 2 の表面の放射率が表示される。その関係としては、たとえば図 6 に示す放射率 ε と表示色との関係が用いられる。この場合には、被測定部材 1 2 の表面の放射率分布が予め定められた色の階調により表示される。

【 0 0 2 5 】

以下において、図 1 に示す光学系を用いて本発明者等が行った実験例 1 を以下に説明する。図 1 に示す光学系において、日本光学製の望遠レンズ (AF Zoom Nikkor ED 70-300mm F4-5.6D) 付 CCD カメラ (Santa Barbara Instruments Group 社製 ST-7) を画像検出器 3 2 として、ハーフミラー 1 4、2 4 は BK 7 から構成されたシグマ光機社製のものであり、クロムプレートによる可視光用であって 3 0 % 反射、3 0 % 透過のものである。ミラー 2 0、2 2 は、シグマ光機製社のものであり、アルミ平面ミラーであって BK 7 から構成されている。第 1 フィルタ 3 4 および第 2 フィルタ 3 6 はシグマ光機社製のものであり、第 1 フィルタ 3 4 は 6 0 0 nm 且つ半値幅 1 0 nm、第 2 フィルタ 3 6 は 6 5 0 nm 且つ半値幅 1 0 nm である。そして、被測定部材としてアルミナ基板 (5 0 × 5 0 × 0. 8 mm) の表面には図 7 に示すようにアルミナ基板とは放射率が異なる黒色塗料を部分的に焼き付け、加熱炉の中央に配置し、室温から 1 0 °C / 分の速度で 1 0 0 0 °C まで昇温させる途中の 9 5 0 °C になったときの上記アルミナ基板表面の温度分布を測定した。そして、その温度分布測定により得られた画素毎の温度に基づいて放射率分布を算出した。この条件下において得られた上記アルミナ基板表面の温度分布は、図 8 に示すようにアルミナ基板表面の一部に放射率が異なる黒色

塗料が焼き付いてあるにも拘らず全体が同じ温度として測定されたが、上記アルミナ基板表面の放射率分布は図 9 に示すように黒色顔料部分が高く、アルミナ基板のままの部分の放射率が低く表示される画像が得られた。

【 0 0 2 6 】

また、実験例 2 では、被測定部材 1 2 として、ステンレス鋼板（S U S : 2 0 0 × 2 0 0 × 1 m m）を、酸素－ブタン火炎を放射するペンシルバーナを用いて局部加熱し、5 分後に上記実験例 1 と同様に温度分布を測定するとともに放射率分布を算出したところ、画像内での温度勾配が大きくても放射率分布が得られた。

【 0 0 2 7 】

上述のように、本実施例によれば、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから選択された第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 を用いてそれぞれ得られた被測定部材 1 2 の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比 R_{ij} に基づいてその被測定部材 1 2 の温度 T_{ij} が画素単位でそれぞれ算出され、予め求めた関係からその温度分布（画素単位の温度 T_{ij} ）に基づいて、画素毎の放射率 ε_{ij} が算出されるので、光源を用いなくても画素毎の放射率 ε_{ij} から被測定部材 1 2 の表面の放射率分布が正確に測定される。

【 0 0 2 8 】

また、本実施例によれば、前記温度分布測定工程或いは温度分布測定手段に対応する S 1 乃至 S 3 は、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから第 1 波長 λ_1 の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する放射強度曲線のうち、常温における放射強度より高い高放射領域から選択された波長の光を通過させる第 1 フィルタ 3 4 を用いて、被測定部材 1 2 の表面から放射される光を透過させる第 1 波長選択工程或いは第 1 波長選択手段 S 1 と、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから第 2 波長 λ_2 の光を選択するために、高放射領域内において、第 1 波長 λ_1 の $1/12$ 以下であり且つその第 1 波長 λ_1 の半値幅および前記第 2 波長 λ_2 の半値幅の和以上の波長差となるようにその第 1 波長 λ_1 からずらされた波長の光を通過させる第 2 フィルタ 3 6 を用いて、被測定部材 1 2 の表面から放射される光を透過させる第 2 波長選択工

程或いは第 2 波長選択手段 S 1 と、たとえば図 5 に示す予め記憶された関係から、被測定部材 1 2 の表面から放射される光から第 1 フィルタ 3 4 により選択された第 1 波長 λ_1 の放射エネルギー強度とその被測定部材 1 2 の表面から放射される光から第 2 フィルタ 3 6 により選択された第 2 波長 λ_2 の放射エネルギー強度との強度比 R_{ij} に基づいて、被測定部材 1 2 の表面温度 T_{ij} を画素単位で算出する温度算出工程或いは温度算出手段 S 3 とを、含むものである。このため、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから選択された第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 を用いてそれぞれ得られた被測定部材 1 2 の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比 R_{ij} に基づいて被測定部材 1 2 の温度 T_{ij} を画素単位でそれぞれ算出し、被測定部材 1 2 表面の温度分布を測定するに際して、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから前記第 1 波長 λ_1 の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する放射強度曲線のうち、常温における放射強度より高い高放射領域から選択された波長の光を通過させる第 1 フィルタ 3 4 を用いて、被測定部材 1 2 の表面から放射される光が透過させられ、また、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから第 2 波長 λ_2 の光を選択するために、前記高放射領域内において、第 1 波長の $1/12$ 以下であり且つ第 1 波長の半値幅および第 2 波長の半値幅の和以上の波長差となるようにその第 1 波長 λ_1 からずらされた波長の光を通過させる第 2 フィルタ 3 6 を用いて、被測定部材 1 2 の表面から放射される光を透過させられることから、十分な放射強度の信号が得られてその S/N 比が高くなり、しかも互いに近接した第 1 波長の光および第 2 波長の光が得られるので、2 色温度計の測定原理の前提である「近接する 2 波長では放射率の波長依存性は無視でき、 $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ と近似できる」という条件に正確に該当することになり、十分に高精度の温度分布が得られる。

【 0 0 2 9 】

また、本実施例によれば、放射率算出手段 S 4 は、予め記憶された関係から温度算出手段 S 3 により算出された被測定部材 1 2 の表面温度 T_{ij} に基づいてその被測定部材 1 2 の放射強度 E_{ij} を画素単位で算出し、予め記憶されたその被測定部材 1 2 の温度 T_{ij} に対応する黒体の所定波長の放射強度 E_{bij} に対してその被

測定部材 1 2 の放射強度の割合である放射率 ε_{ij} を画素単位で算出するものであることから、被測定部材 1 2 の表面温度 T_{ij} から求められたその被測定部材 1 2 の放射強度 E_{ij} と、予め記憶されたその被測定部材の温度に対応する黒体の所定波長の放射強度 $E_{b_{ij}}$ とから、所定波長における黒体の放射強度 $E_{b_{ij}}$ に対する被測定部材 1 2 の放射強度の割合である放射率 ε_{ij} が画素単位で算出される。

【 0 0 3 0 】

また、本実施例によれば、第 1 フィルタ 3 4 は、第 1 波長 λ_1 の $1/20$ 以下の半値幅の光を透過させるものであり、第 2 フィルタ 3 6 は第 2 波長 λ_2 の $1/20$ 以下の半値幅の光を透過させるものであることから、第 1 波長および第 2 波長の光が十分に単色性のあるものとされるので、2 色温度計の測定原理の前提が満足され、温度分布の測定精度すなわち放射率分布の測定精度が十分に高められる。

【 0 0 3 1 】

また、本実施例によれば、第 1 フィルタ 3 4 および第 2 フィルタ 3 6 は、それらの透過率の差が 30 % 以内となるように構成されたものであることから、第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 の光のうち輝度の低い側の波長の光において、感度および S/N 比が維持されて温度分布の測定精度すなわち放射率分布の測定精度が得られる。

【 0 0 3 2 】

以上、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明したが、本発明は他の態様においても適用される。

【 0 0 3 3 】

たとえば、温度分布測定工程或いは温度分布測定手段に対応する S 1 乃至 S 3 において、被測定部材 1 2 から放射される光の含まれる 2 波長 λ_1 、 λ_2 を用いてその被測定部材 1 2 の温度分布が測定されていたが、3 波長以上の波長を用いて被測定部材 1 2 の温度分布が測定されてもよい。

【 0 0 3 4 】

また、前述の実施例の放射率算出工程或いは放射率算出手段に対応する S 4 では、黒体の温度と放射エネルギー強度との予め記憶された関係（データマップ）か

ら上記 S 3 において画素毎の温度 T_{ij} に基づいて黒体からの放射強度 $E_{b_{ij}}$ が求められていたが、予め記憶された関数式から逐次算出されてもよい。

【 0 0 3 5 】

また、前述の実施例の放射率分布測定装置 1 0 に用いられた光学系に代えて、図 1 0、図 1 1、図 1 2 に示す光学系が用いられてもよい。図 1 0 に示す光学系では、1 対の可動ミラー 5 0 および 5 2 が破線に示す位置に回動させられた状態において被測定部材 1 2 の表面から放射される光を画像検出器 3 2 の光検出面 2 6 へ導く第 1 光路 1 6 が形成され、上記 1 対の可動ミラー 5 0 および 5 2 が実線に示す位置に回動させられた状態において被測定部材 1 2 の表面から放射される光を画像検出器 3 2 の光検出面 2 6 へ導く第 2 光路 1 8 が形成されるようになっている。前述の実施例と同様に、上記第 1 光路 1 6 には第 1 フィルタ 3 4 が介挿され、第 2 光路 1 8 には第 2 フィルタ 3 6 が介挿されており、第 1 波長 λ_1 による第 1 画像 G_1 と第 2 波長 λ_2 による第 2 画像 G_2 が所定の時間差を経て得られる。図 1 1 に示す光学系では、被測定部材 1 2 から画像検出器 3 2 の光検出面 2 6 に至る光路に、モータ 5 4 により回転駆動され且つ第 1 フィルタ 3 4 および第 2 フィルタ 3 6 が設けられた回転板 5 6 が介挿されている。この回転板 5 6 がモータ 5 4 により回転させられるとき、被測定部材 1 2 の表面から放射される光が第 1 フィルタ 3 4 を通過することにより第 1 波長 λ_1 による第 1 画像 G_1 が得られるとともに、被測定部材 1 2 の表面から放射される光が第 2 フィルタ 3 6 を通過することにより第 2 波長 λ_2 による第 2 画像 G_2 が順次得られる。図 1 2 に示す光学系では、被測定部材 1 2 の表面から放射される光がハーフミラー 1 4 によって第 1 光路 1 6 および第 2 光路 1 8 に 2 分され、それらの第 1 光路 1 6 および第 2 光路 1 8 毎に第 1 フィルタ 3 4 および画像検出器 3 2 と、第 2 フィルタ 3 6 および画像検出器 3 2' とが設けられている。それ等第 1 フィルタ 3 4 および第 2 フィルタ 3 6 は画像検出器 3 2 および 3 2' 内に設けられてもよい。本実施例においても、被測定部材 1 2 の表面から放射される光が第 1 フィルタ 3 4 を通過することにより第 1 波長 λ_1 による第 1 画像 G_1 が得られると同時に、被測定部材 1 2 の表面から放射される光が第 2 フィルタ 3 6 を通過することにより第 2 波長 λ_2 による第 2 画像 G_2 が得られる。

【 0 0 3 6 】

また、前述の実施例において、第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 は、図 2 の測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する放射強度曲線 L 1 のうち、常温における放射強度 E_{BG} の 3 倍以上高い高放射領域から選択されていたが、必ずしも 3 倍でなくてもよい。要するに、常温における放射強度 E_{BG} よりも高い領域であれば一応の効果が得られるのである。

【 0 0 3 7 】

また、前述の実施例において、第 1 波長 λ_1 の半値幅 $\Delta\lambda_1$ はその第 1 波長 λ_1 の $1/20$ 以下の値とされ、第 2 波長 λ_2 の半値幅 $\Delta\lambda_2$ はその第 2 波長 λ_2 の $1/20$ 以下の値とされていたが、必ずしも $1/20$ の値とされていなくてもよく、 $1/20$ を少々越える場合であっても一応の効果が得られる。

【 0 0 3 8 】

また、前述の実施例において、第 1 フィルタ 3 4 および第 2 フィルタ 3 6 は、それらの透過率の差が 3 0 % 以内になるように構成されたものであったが、必ずしも 3 0 % 以内でなくてもよく、3 0 % を少々越える場合であっても一応の効果が得られる。

【 0 0 3 9 】

また、前述の図 4 の S 5 では、被測定部材 1 2 の放射率 ε が色によって表示されていたが、等高線や濃淡などによって表示されても差し支えない。

【 0 0 4 0 】

また、前述の実施例の画像検出器 3 2 では、光検出面 2 6 を備えた CCD 素子 2 8 が用いられていたが、カラー撮像管など他の光検出素子が用いられてもよい。

【 0 0 4 1 】

また、前述の実施例では、光検出素子単位と画素単位とが一致させられていたが必ずしも一致しなくてもよく、互いに隣接する複数個の光検出素子が 1 画素単位とされていてもよい。

【 0 0 4 2 】

その他、一々例示はしないが、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で種々変更

を加え得るものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施例の放射率分布測定装置の構成を概略説明する図である。

【図 2】

図 1 の第 1 フィルタの波長 λ_1 と第 2 フィルタの波長 λ_2 を決定する方法を説明する図である。

【図 3】

図 1 の画像検出器 3 2 の光検出面 2 6 上に結像された第 1 画像 G_1 および第 2 画像 G_2 を説明する図である。

【図 4】

図 1 の演算制御装置の制御作動の要部を説明するフローチャートである。

【図 5】

図 4 の画素温度算出工程において放射強度比 R から表面温度 T を求めるために用いられる関係を示す図である。

【図 6】

図 4 の放射率分布表示工程において放射率 ε から表示色を決定するために用いられる関係を示す図である。

【図 7】

図 1 の装置を用いて放射率分布を測定した実験例に用いられた被測定部材であるアルミナ基板を示す正面図であり、斜線領域はアルミナ基板とは放射率が異なる黒色塗料が部分的に焼き付けられた領域を示している。

【図 8】

被測定部材として図 7 のアルミナ基板を用いて表面温度分布を測定し表示したアルミナ基板の画像を示している。一様な色調により均一な温度であることを示している。

【図 9】

被測定部材として図 7 のアルミナ基板を用いて表面温度分布を測定し表示したアルミナ基板の画像を示している。図 7 と同様に斜線領域はアルミナ基板とは放

射率が異なる黒色塗料が部分的に焼き付けられた領域が異なる色調で示されている。一様な温度にも拘わらず放射率が異なることを示している。

【図 1 0】

本発明の他の実施例において温度分布測定装置の光学系を説明する図であって、図 1 に相当する図である。

【図 1 1】

本発明の他の実施例において温度分布測定装置の光学系を説明する図であって、図 1 に相当する図である。

【図 1 2】

本発明の他の実施例において温度分布測定装置の光学系を説明する図であって、図 1 に相当する図である。

【符号の説明】

1 0 : 放射率分布測定装置

1 2 : 被測定部材

3 4 : 第 1 フィルタ

3 6 : 第 2 フィルタ

S 1 : 第 1 波長選択手段、第 2 波長選択手段

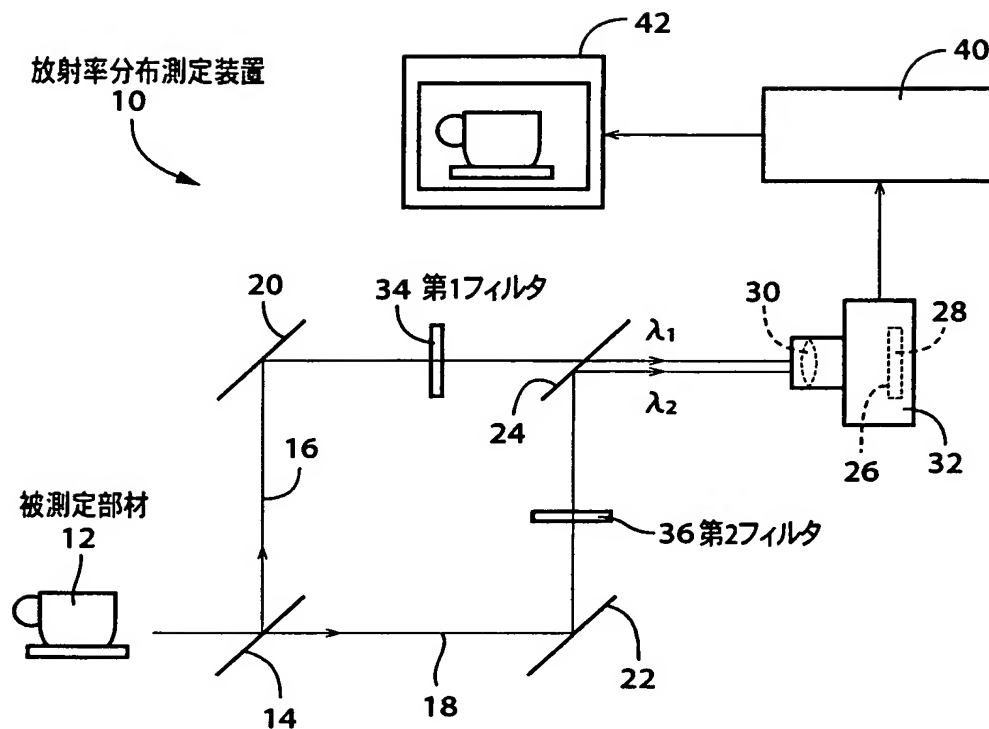
S 3 : 温度算出手段

S 1 乃至 S 3 : 温度分布測定工程、温度分布測定手段

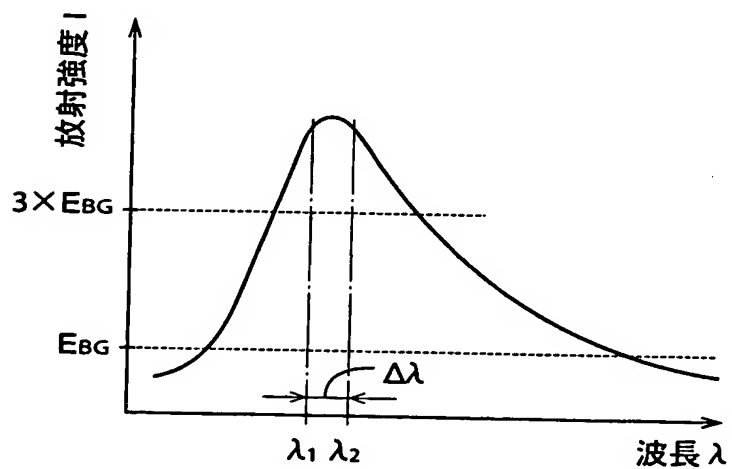
S 4 : 放射率分布測定工程、放射率分布測定表示手段

【書類名】 図面

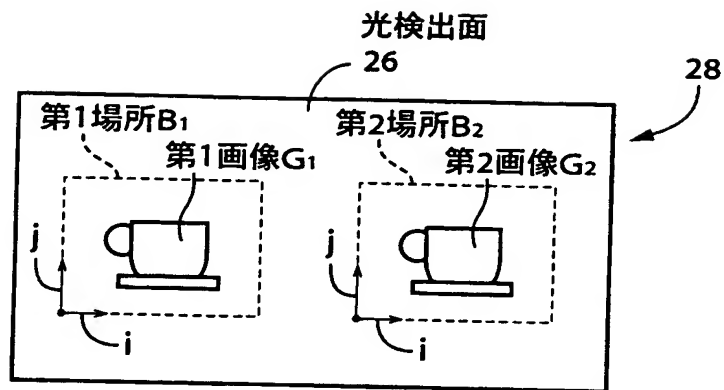
【図 1】



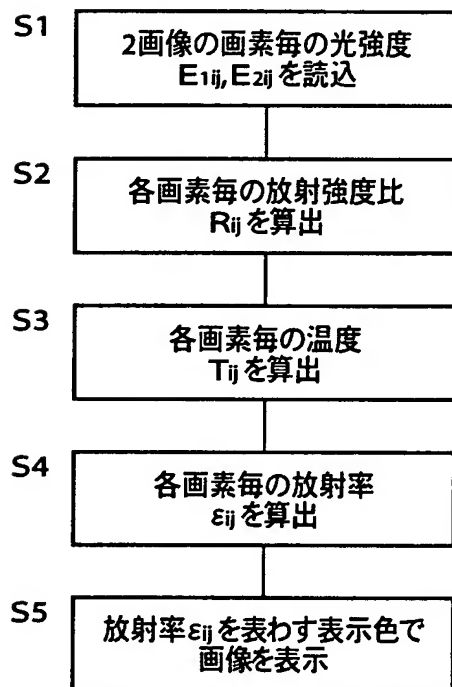
【図 2】



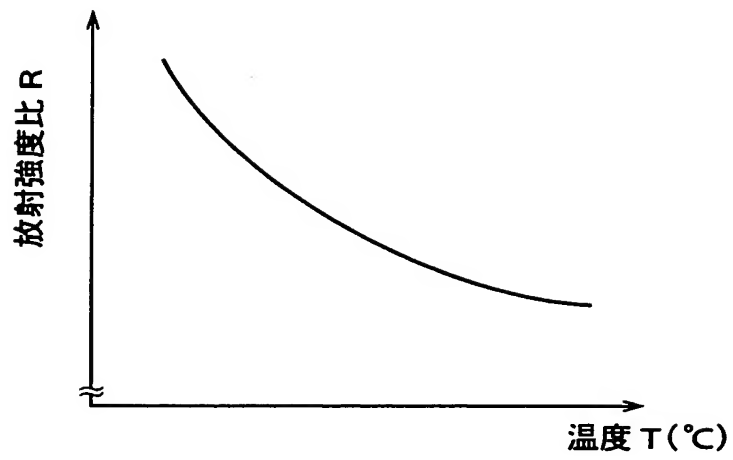
【図 3】



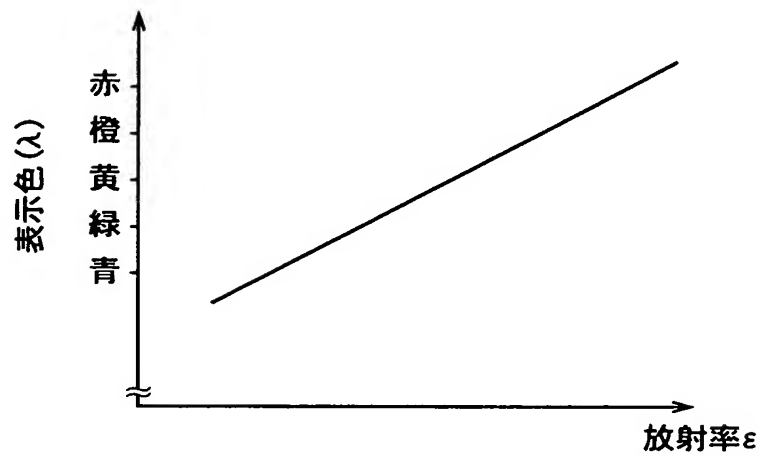
【図 4】



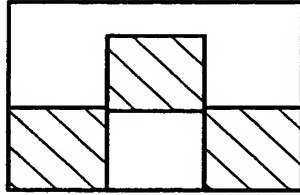
【図 5】



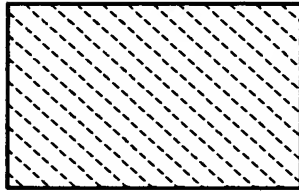
【図 6】



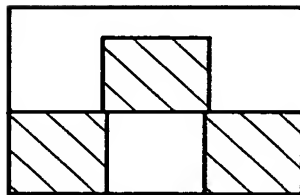
【図 7】



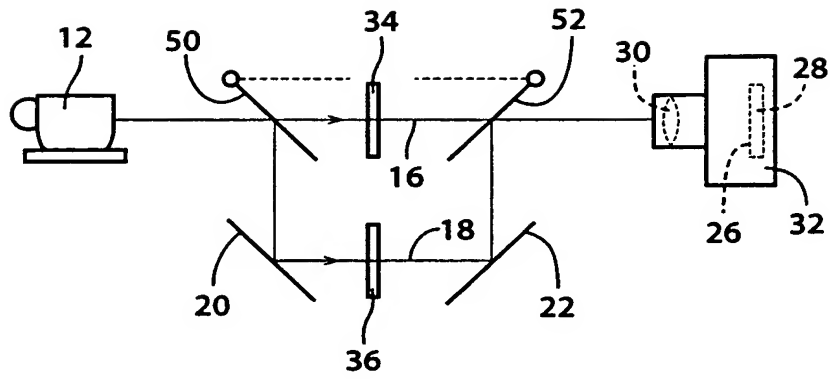
【図 8】



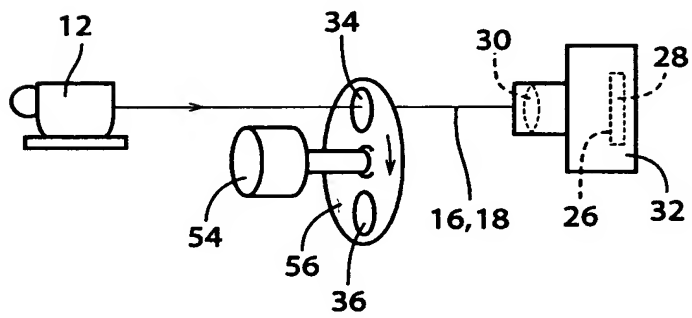
【図 9】



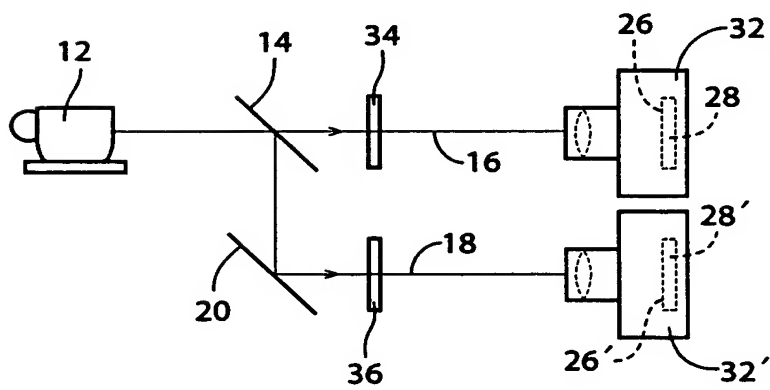
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 光源を用いなくとも被測定部材の表面の放射率分布を正確に測定することができる放射率分布測定方法および装置を提供する。

【解決手段】 放射率分布測定装置 1 0 においては、被測定部材 1 2 の表面から放射される光のうちから選択された第 1 波長 λ_1 および第 2 波長 λ_2 を用いてそれぞれ得られた被測定部材 1 2 の 2 画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比 R_{ij} に基づいてその被測定部材 1 2 の温度 T_{ij} が画素単位でそれぞれ算出され、予め求めた関係からその温度分布（画素単位の温度 T_{ij} ）に基づいて、画素毎の放射率 ε_{ij} が算出されるので、光源を用いなくとも画素毎の放射率 ε_{ij} から被測定部材 1 2 の表面の放射率分布が正確に測定される。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-205202
受付番号	50201030917
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 7月16日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 7月15日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 9 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号
氏 名 株式会社ノリタケカンパニーリミテド

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [501021715]

1. 変更年月日 2001年 1月17日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市千種区千種一丁目9番地3号 仲田住宅RJ-
201

氏 名 北川 邦行